Web application for processing data of sprinkler radial collector array test

A.P. de Camargo, B. Molle, S. Tomas, M.F. Pinto, J.A. Frizzone

► To cite this version:

A.P. de Camargo, B. Molle, S. Tomas, M.F. Pinto, J.A. Frizzone. Web application for processing data of sprinkler radial collector array test. II Inovagri International Meeting, Apr 2014, Fortaleza, Brésil. pp.2838-2847, 10.12702/ii.inovagri.2014-a381 . hal-02608231

HAL Id: hal-02608231

<https://hal.inrae.fr/hal-02608231>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a381>

APLICAÇÃO WEB PARA PROCESSAMENTO DE DADOS DO ENSAIO DE DISTRIBUIÇÃO RADIAL DE ASPERSORES

A. P. Camargo¹, B. Molle², S. Tomas³, M. F. Pinto⁴, J. A. Frizzzone⁵

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação WEB para processamento de dados resultantes de ensaios radiais de distribuição de água de aspersores. Originalmente a aplicação foi elaborada como um projeto piloto com o intuito de tornar uniforme a rotina de processamento de dados e o formato dos relatórios de ensaio adotados pelos laboratórios integrantes da Rede Internacional de Laboratórios de Ensaio de Equipamentos de Irrigação (INITL). O aplicativo foi desenvolvido utilizando o framework ExtJs 4® e a linguagem JavaScript, apresentando código aberto e disponível para a comunidade interessada. Dispondo dos resultados do ensaio de distribuição radial, o aplicativo WEB processa os dados e apresenta os seguintes resultados: gráficos dos perfis de intensidade de precipitação e de volume de água aplicados ao longo do raio de alcance do aspersor; raio de alcance efetivo; cálculo da vazão reconstituída bem como desvio entre vazão medida e reconstituída. Sobretudo, o aplicativo permite a realização de simulações de uniformidade de distribuição para sobreposição com arranjo retangular e triangular de linhas laterais e aspersores, apresentado gráficos tridimensionais da lâmina de irrigação aplicada para um determinado arranjo e o correspondente Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). Por fim, todos os resultados são sintetizados em um relatório gerado automaticamente no formato pdf. O aplicativo foi validado por meio de comparação com resultados obtidos por cálculo utilizando planilha eletrônica. Atualmente esta aplicação WEB vem sendo testada pelos laboratórios membros da INITL a partir de dados obtidos em ensaios de comparação interlaboratorial.

PALAVRAS-CHAVE: Aspersão, ensaios laboratoriais, programação

WEB APPLICATION FOR PROCESSING DATA OF SPRINKLER RADIAL COLLECTOR ARRAY TEST

ABSTRACT: This work presents a web application for processing data resulted from the radial collector array method employed to test and characterize the water distribution patterns of irrigation sprinklers. Initially the web application was developed as a pilot software, which purpose is to harmonize the data processing task and the testing reports of the laboratories joined to the International Network of Irrigation Testing Laboratories (INITL). The open source web application has no commercial purposes and it has been developed using ExtJs 4® framework and JavaScript. Since results of radial water distribution tests be available, the software processes the data and presents the following results: charts of rainfall intensity and water volume applied along radius of throw, effective radius of throw, reconstituted flow rate and deviation of it from measured flow rate. Moreover, the web application has a tool that enables to simulate distribution uniformity of sprinklers arranged in rectangular or triangular spacing. In addition, tridimensional chart illustrating the rainfall and the corresponding Christiansen Uniformity Coefficient (CUC) is shown for a given arrangement

¹ Doutor, Pesquisador, INCT-EI/ESALQ/USP, Piracicaba – São Paulo. Email: apcpires@usp.br

² Doutor, Pesquisador, Laboratoire d'études et recherches sur les matériels d'irrigation – LERMI/IRSTEA, Aix-En-Provence, França. Email: bruno.molle@irstea.fr

³ Doutor, Pesquisadora, Laboratoire d'études et recherches sur les matériels d'irrigation – LERMI/IRSTEA, Aix-En-Provence, França. Email: severine.tomas@irstea.fr

⁴ Doutor, Pesquisador, INCT-EI/ESALQ/USP, Piracicaba – São Paulo. Email: marinaldopinto@usp.br

⁵ Doutor, Professor, ESALQ/USP, Piracicaba – São Paulo. Email: frizzzone@usp.br

UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
do Rio Grande do Sul

UF
B
Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia

Universidade Federal
de Campina Grande

of lateral lines and sprinklers. Finally, all the results are organized in a standard pdf report automatically generated by the software. This web application was validated by comparing its results to those calculated in a spreadsheet. The members of INITL have been carrying out proficiency tests analyzing sprinklers and processing the data obtained by the software.

KEYWORDS: Sprinkler, laboratorial tests, programming

INTRODUÇÃO

A uniformidade de um sistema de irrigação por aspersão convencional é influenciada por condições climáticas, pelas características construtivas do aspersor e respectivos bocais, arranjo de aspersores na área irrigada e uniformidade da pressão de operação dos aspersores, que algumas vezes é condicionada por condições topográficas ou de projeto. Ensaios para determinação da uniformidade a campo muitas vezes visam avaliar as condições operacionais de um sistema de irrigação em funcionamento e são efetuados instalando-se coletores igualmente espaçados de modo a formar uma malha quadriculada de coletores. Avaliações a campo apresentam um inconveniente relacionado ao efeito de condições climáticas relacionadas a ventos e evaporação, que podem afetar severamente os resultados de ensaio.

A norma ISO 15886-3:2012 especifica condições e métodos para o teste e caracterização do padrão de molhamento de aspersores, sendo válida para ensaios radiais e de malha completa tanto em laboratório quanto a campo. Na maioria das vezes a avaliação de aspersores é efetuada em laboratório, onde não há a influência de ventos e as perdas por evaporação são monitoradas e, em alguns casos, negligenciáveis. Em laboratório, a avaliação das características de distribuição de água geralmente é baseada no método do arranjo radial de coletores. O perfil de intensidade de precipitação resultante do ensaio é utilizado para simular uniformidades de distribuição para vários espaçamentos entre aspersores e linhas laterais de irrigação. Os arranjos retangular e triangular de aspersores são os mais empregados a campo (Zhang et al., 2013).

As simulações de uniformidade em função do arranjo de aspersores consistem em um processo repetitivo e trabalhoso quando executado manualmente, entretanto com o uso de software esta é uma tarefa simples. Aplicativos computacionais são ferramentas importantes para simular a distribuição espacial da água aplicada e podem considerar inúmeras condições nas quais o sistema pode trabalhar, facilitando a determinação de configurações que levam a adequadas condições de uniformidade de aplicação de água (Prado et al., 2012). O Catch3D (Allen e Merkley, 2004) e o WinSpace provavelmente são os aplicativos mais conhecidos para a realização de simulações de uniformidade, entretanto aparentemente estes aplicativos não estão sendo mais atualizados de acordo com a evolução dos sistemas operacionais bem como não estão mais disponíveis para download através da internet.

Por volta de 2003, um grupo de laboratórios envolvidos em atividades de ensaio de material de irrigação se reuniu e criou uma rede internacional de colaboração chamada *International Network of Irrigation Testing Laboratories* (INITL). Essa rede foi estabelecida para estreitar as relações entre laboratórios, facilitar o intercâmbio de conhecimentos e recursos humanos e aprimorar métodos e estruturas de ensaio. Apesar dos laboratórios realizarem ensaios com base nas mesmas normas, observa-se que a interpretação dos procedimentos, as rotinas de processamentos dos dados de ensaio e a apresentação de relatórios variam de acordo com cada laboratório. Tal fato dificulta a comparação de resultados quando são realizados ensaios de proficiência ou comparações interlaboratorial.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação WEB para processamento de dados resultantes de ensaios de distribuição radial de aspersores. Originalmente a aplicação foi elaborada como um projeto piloto com o intuito de tornar uniforme a rotina de processamento de dados e o formato dos relatórios de ensaio adotados pelos laboratórios integrantes da Rede Internacional de Laboratórios de Ensaio de Equipamentos de Irrigação (INITL).

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

ENSAIO DE DISTRIBUIÇÃO – MÉTODO RADIAL

O ensaio de distribuição baseado no método radial consiste no posicionamento de coletores alinhados ao longo de um ou mais raios de distribuição que se iniciam no aspersor. Na maioria das vezes apenas um raio de coletores é montado, principalmente por questões de disponibilidade de espaço nas áreas de ensaio. Para o uso do método mencionado é requerido que não haja vento nesses ambientes e que o aspersor a ser estudado apresente padrão de molhamento simétrico ou uniforme em todas as direções de alcance do jato (ISO 15886-3, 2012).

Tradicionalmente o ensaio é executado durante 1 h sob pressão constante. A norma ISO 15886-3:2012 especifica que o jato deve passar sobre os coletores pelo menos 30 vezes e ainda que a duração do teste deve ser suficientemente longa para assegurar que os requisitos de incerteza sejam atendidos. A determinação da quantidade de água coletada pode ser feita por volume, massa ou nível, desde que a incerteza de medição não ultrapasse 3%. O número de coletores a serem instalados ao longo do raio depende do raio de alcance do jato, sendo que para aspersores com raio maior que 4 m, pelo menos 10 coletores devem ser instalados.

Há vários modos de apresentar os resultados de ensaio, contudo a norma apresenta poucas recomendações acerca disto. Um desses modos é pelo perfil de intensidade de precipitação, que é um gráfico que apresenta a intensidade de precipitação observada ao longo do raio de alcance do aspersor. Quando este perfil é combinado com uma linha horizontal indicando a intensidade média de precipitação, imediatamente pode-se observar áreas com precipitação acima e abaixo da média. Gráficos que correlacionam o volume de água acumulado ao longo do raio de alcance do aspersor são uma alternativa ao perfil de intensidade de precipitação e induzem a conclusões similares quando adicionada uma linha com o volume de água teórico aplicado ao longo do raio de alcance. O volume teórico aplicado é calculado com base na intensidade média de precipitação do aspersor e a área de influência de cada coletor.

O raio de alcance do aspersor é definido como a distância do aspersor até o ponto em que se observou intensidade de precipitação de $0,25 \text{ mm h}^{-1}$ para aspersores com vazão acima de 75 L h^{-1} , ou $0,13 \text{ mm h}^{-1}$ para aspersores com vazão inferior (ISO 15886-3:2012). Uma alternativa proposta para a determinação do raio de alcance do aspersor é baseada no volume de água aplicado, ou seja o raio de alcance do aspersor é aquele no qual se observa 95%, 90% ou 85% do volume de água aplicado. Apesar das divergências sobre a determinação do raio de alcance de aspersores, observa-se que este valor não interfere nas simulações de uniformidade realizadas pelo aplicativo desenvolvido e descrito na sequência, e portanto, esses detalhes são meramente informativos.

Uma vez que o ensaio seja finalizado é importante que sejam adotados critérios para validação do ensaio, sendo que a norma recomenda a comparação da vazão medida com a vazão reconstituída. A vazão medida é aquela determinada através de medidores de vazão instalados na tubulação que conduz água ao aspersor ensaiado. A vazão reconstituída é determinada com base nas lâminas coletadas ao longo do raio de alcance do jato durante o ensaio, conforme eq. 1.

$$Q_{rec} = \frac{\sum_{i=1}^n (2 \pi d r_{0 \rightarrow i} x_i)}{t} \quad (1)$$

Em que:

Q_{rec} - representa a vazão reconstituída;

d - representa a distância entre coletores, que deve ser a mesma ao longo de todo o raio de alcance do aspersor;

$r_{0 \rightarrow i}$ - representa a distância do coletor i até o aspersor;

x_i - representa a lâmina coletada no coletor i ; e,

t - representa a duração do ensaio ou tempo de coleta.

A norma ISO 15886-3:2012 especifica que os resultados de um ensaio serão válidos quando a erro relativo da vazão reconstituída em relação a vazão medida for inferior a 5% (aspersores com vazão superior a $507,6 \text{ L h}^{-1}$) ou 7% (aspersores com vazão inferior a $507,6 \text{ L h}^{-1}$). Entretanto, em 2012 foram iniciados ensaios interlaboratoriais na INITL para avaliação de métodos de ensaio de aspersores, sendo que resultados preliminares e não oficiais indicam que este critério é muito rigoroso

e a maioria dos ensaios realizados pelos membros da rede seriam reprovados se adotado o valor de 5%. Isto indica que este ainda é um tópico sujeito a futuras discussões e possíveis modificações.

SIMULAÇÕES DE UNIFORMIDADE SOB AUSÊNCIA DE VENTO

Simulações de uniformidade podem ser realizadas a partir dos dados do perfil de intensidade de precipitação do aspersor e da disposição dos mesmos. De modo resumido, a simulação de uniformidade de distribuição pode ser vista em duas etapas. Na primeira, o perfil de intensidade de precipitação deve ser extrapolado a fim de gerar uma superfície de intensidade de precipitação (Figuras 1A e 1B). De acordo com a disposição de aspersores, as superfícies de distribuição podem ser combinadas gerando uma superfície de intensidade de precipitação com o resultado da referida disposição de aspersores (Figura 1C).

A explicação dada acima facilita a compreensão da lógica necessária para os cálculos de uniformidade, entretanto transcrever este procedimento para uma rotina a ser executada por um aplicativo exige artifícios que são descritos na sequência. Inicialmente tem-se uma linha única de n coletores e as respectivas distâncias de cada coletor até o aspersor. O primeiro passo consiste em expandir essa linha única em uma matriz $n \times n$ de coletores contendo as respectivas distâncias de cada um destes coletores até o aspersor, o que pode ser feito utilizando o Teorema de Pitágoras, conforme exemplo abaixo.

Coletor	Raio (m)		Coletor	0	1	2	3	4	5	6	7	...
1	0,50											
2	1,00											
3	1,50											
4	2,00											
5	2,50											
6	3,00											
7	3,50											
...	...

			Coletor	0	1	2	3	4	5	6	7	...
				Raio (m)								
			0	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	...
			1	0,50	0,71	1,12	1,58	2,06	2,55	3,04	3,54	...
			2	1,00	1,12	1,41	1,80	2,24	2,69	3,16	3,64	...
			3	1,50	1,58	1,80	2,12	2,50	2,92	3,35	3,81	...
			4	2,00	2,06	2,24	2,50	2,83	3,20	3,61	4,03	...
			5	2,50	2,55	2,69	2,92	3,20	3,54	3,91	4,30	...
			6	3,00	3,04	3,16	3,35	3,61	3,91	4,24	4,61	...
			7	3,50	3,54	3,64	3,81	4,03	4,30	4,61	4,95	...
			...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

De modo similar, o próximo passo consiste em converter o perfil de intensidade de precipitação em uma superfície de distribuição. Para isso a matriz de distâncias ou raios criada no passo anterior serve como referência para a interpolação das intensidades de precipitação. A interpolação de valores de intensidade de precipitação pode ser realizada por diferentes métodos, tais como linear, quadrático, Newton, Gregory-Newton, Lagrange, etc. O aplicativo Catch3D, por exemplo, permite ao usuário escolher se deseja utilizar a interpolação linear, interpoladores de Lagrange ou Spline cúbico natural (Allen e Merkley, 2004). A norma ISO 15886-3:2012 não faz referência acerca do método de interpolação a ser adotado. No aplicativo desenvolvido adotou-se o método quadrático e que utiliza um polinômio interpolador de Lagrange de grau 2.

O polinômio interpolador de Lagrange para o grau n é expresso pela eq. 2.

$$P_n(x) = \sum_{i=0}^n [L_i(x) f(x_i)] \quad (2)$$

Em que

$L_i(x)$ é o valor obtido para cada x_i conforme eq. 3.

$$L_i(x) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)}, i = 0, 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Reorganizando os termos, tem-se a eq. 4.

$$P_n(x) = \sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)} \quad (4)$$

Para a aplicação em questão optou-se por efetuar as interpolações utilizando um polinômio de grau 2, e portanto, o polinômio interpolador é reduzido à eq. 5.

$$P_n(x) = y_0 \frac{(x - x_1)(x - x_2)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} + y_1 \frac{(x - x_0)(x - x_2)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} + y_2 \frac{(x - x_0)(x - x_1)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} \quad (5)$$

Em que

x - representa a distância entre o aspersor e o ponto onde se deseja obter o valor interpolado de intensidade de precipitação;

x_1, x_0 e x_2 - representam respectivamente as distâncias entre o aspersor e o coletor mais próximo do ponto considerado, imediatamente anterior e imediatamente a frente;

y_1, y_0 e y_2 - são as intensidades de precipitação correspondentes a cada um dos coletores posicionados nas distâncias x_i ;

$P_n(x)$ - contém o resultado da interpolação de intensidade de precipitação para a distância x .

Verifica-se através da eq. 5 que a rotina de interpolação de valores requer sempre três pares de valores contendo raio de alcance e intensidade de precipitação correspondente. Os pares de valores passados como argumentos da função de interpolação eram aqueles que representavam o coletor mais próximo do ponto a ser interpolado, um coletor imediatamente anterior e um coletor imediatamente a frente. Assumiu-se que a intensidade de precipitação entre o aspersor e o primeiro coletor é constante e igual à intensidade do primeiro coletor. Também foi assumido que o último coletor do raio de distribuição apresenta sempre intensidade igual a zero, e por este motivo, o usuário sempre precisa inserir os dados de ensaio de modo que o último coletor apresente esse valor. Essa última afirmação explica o motivo pelo qual a definição exata do critério para determinação do raio de alcance efetivo do jato deixa de ser importante para as simulações de uniformidade, afinal os cálculos são feitos até a distância na qual a intensidade de precipitação é zero.

Uma vez que a sobreposição de intensidades de precipitação seja concluída, a uniformidade pode ser expressa por vários coeficientes. A norma ISO 15886-3 reconhece que não existe uma forma ideal para expressar a uniformidade de distribuição, mas sugere quatro coeficientes para expressá-la, dos quais pelo menos um deve ser parte dos resultados de ensaio. Um dos índices mais utilizados para estimativa da uniformidade de distribuição é o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, *CUC* (eq. 2).

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}|}{\sum_{i=1}^n V_i} \right) \quad \text{eq. 2}$$

Em que

V_i - representa o volume de água no coletor i ; e

$\bar{V}$ - média dos volumes de todos os coletores ao longo do raio de alcance do jato.

APLICAÇÃO WEB

A aplicação WEB desenvolvida e descrita na sequência permite o processamento dos dados de ensaios de distribuição radial, simulações de uniformidade para os arranjos retangular e triangular e apresentação de um relatório de ensaio.

O Framework Sencha ExtJs baseado na linguagem JavaScript foi utilizado para o desenvolvimento da aplicação. Esta é executada no navegador de internet dos usuários, sendo que apenas a geração de relatórios no formato pdf requer troca de informações com o servidor. A interface pode ser carregada no idioma português ou inglês. O formulário “1 – Definições” é utilizado para

inserir informações do laboratório, descrição do aspersor e descrição do ensaio realizado, sendo que o número de coletores e a distância entre coletores são informações obrigatórias. Além disso, nesse formulário devem ser informados os dados de ensaio, que podem ser digitados manualmente ou carregados através de um arquivo de texto, conforme instruções disponíveis online (Figura 2). Na tela “2 – Dados” apresenta-se uma lista contendo as intensidades de precipitação e os respectivos coletores, assim como um gráfico mostrando o perfil de intensidade de precipitação (Figura 3). A tela “3 – Planilha de resultados” apresenta alguns resultados de cálculo que são utilizados para a elaboração de gráficos disponíveis na tela “4 – Gráficos e outros resultados”. Os dados da tela 3 podem ser exportados para um arquivo .csv, a fim de que outras análises possam ser realizadas em outros aplicativos. A tela 4 contém: gráfico com o perfil de intensidade de precipitação e a intensidade média de precipitação; raio de alcance efetivo do jato calculado a partir de quatro critérios; gráfico de volume de água aplicado ao longo do raio de alcance e volume teórico aplicado; e, vazão medida, vazão reconstituída e erro relativo da vazão reconstituída em relação a vazão medida (Figura 4). A tela “5 – Simulações de sobreposição” permite simular arranjos retangular e triangular de aspersor em qualquer espaçamento (Figura 5). Para cada simulação apresenta-se o CUC e um gráfico tridimensional com a superfície de intensidade de precipitação resultante da sobreposição. A tela “6 – Relatório” mostra o relatório completo do ensaio e permite que uma cópia com extensão .pdf seja exportada.

Até o momento a aplicação não dispõe de recursos para armazenamento de dados em banco de dados, mas isto deverá ser parte das próximas etapas de aprimoramento. Por enquanto, os dados que representam o perfil de distribuição de um aspersor avaliado são mantidos em arquivos de texto e os relatórios de ensaio em arquivos pdf.

A aplicação desenvolvida pode ser acessada através do link: <http://143.107.212.131/initl/> e não apresenta fins comerciais, sendo o código aberto e disponível para a comunidade interessada através do link: <https://github.com/apcpipes/initlSprinkler>. Apenas sugere-se que os interessados no assunto entrem em contato com os desenvolvedores para que haja uma troca de experiências e o aprimoramento do aplicativo seja mais eficaz.

VALIDAÇÃO DE CÁLCULOS

Todas as rotinas de cálculo executadas pela aplicação WEB foram verificadas e validadas comparando-se os resultados obtidos com valores determinados em planilha eletrônica.

Os resultados das simulações de sobreposição com arranjo retangular de aspersores além de validados utilizando planilha eletrônica, também foram comparados com os resultados calculados pelo aplicativo Catch3D. Três perfis de intensidade de precipitação foram processados pela aplicação WEB e pelo Catch3D, sendo que resultados de uniformidade são apresentados na Tabela 1. O erro absoluto (ϵ) máximo entre os cálculos de CUC realizados pelo Catch3D e a aplicação desenvolvida foi de 0,7%, sendo que provavelmente a maior parte desta diferença pode ser atribuída ao método de interpolação adotado.

CONCLUSÕES

Desenvolveu-se uma aplicação WEB para processamento de dados resultantes de ensaios de distribuição radial de aspersores. Todas as rotinas de cálculo foram validadas e as simulações de uniformidade para o arranjo retangular de aspersores resultaram em valores muito próximos daqueles obtidos utilizando o aplicativo Catch3D.

A aplicação desenvolvida apresenta como principal vantagem o acesso WEB, que dispensa instalação de qualquer aplicativo no computador dos usuários, por ser executada utilizando apenas o navegador de internet. Além disso, sempre que os desenvolvedores efetuarem modificações e atualizações de código fonte, todos os usuários automaticamente acessarão a versão mais recente da aplicação.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCT-EI) e ao *Laboratoire d'études et recherches sur les matériels d'irrigation* (LERMI/IRSTEA) pelo apoio ao trabalho. A NaanDanJain Brasil por conceder aspersores que vem sendo utilizados nos ensaios de proficiência da INITL.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; MERKLEY, G.P. Sprinkler application uniformity and efficiency calculation software (Catch 3d, v.3.50b). Logan: Utah State University. 2004.
- ISO 15886-3 – Agricultural irrigation equipment – sprinklers – part 3 – Characterization of distribution and test methods. 2012.
- MERKLEY, G.P.; ALLEN, R.G. Catch3D for Evaluating Sprinkler Catch-Can Data. Disponível em: <http://irrigationtoolbox.com/ReferenceDocuments/TechnicalPapers/IA/2003/IA03-0400.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2014.
- PRADO, G.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, H.F.E.; FARIA, L.C. Uniformidade de aplicação de água de equipamentos autopropelidos de irrigação com aspersores de perfil radial triangular, elíptico e retangular. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 3, p.522-529, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000300011>
- ZHANG, L.; MERKLEY, G.P.; PINTHONG, K. Assessing whole-field sprinkler irrigation application uniformity. Irrigation Science, v. 31, p. 87-105, 2013, DOI 10.1007/s00271-011-0294-0. <http://dx.doi.org/10.1007/s00271-011-0294-0>

A

B

C

Figura 1. A) Perfil de intensidade de precipitação de um aspersor; B) Superfície ilustrando o resultado da revolução do perfil em um ângulo de 90°; C) Ilustração da sobreposição dos perfis de quatro aspersores em arranjo retangular

Aplicação WEB para o processamento de dados do ensaio de distribuição radial de aspersores

1 - Definições 2 - Dados 3 - Planilha de resultados 4 - Gráficos e outros resultados 5 - Simulações de sobreposição 6 - Relatório

Descrição do laboratório

Laboratório:

Endereço:

Telefone: Email:

Contato:

Descrição do aspersor

Aspersor:

Diâmetro do bocal 1 (mm): Diâmetro do bocal 2 (mm):

Descrição do ensaio

Número de coletores: Espaçamento dos coletores (m):

Data do ensaio: Pressão de ensaio (kPa):

Altura do aspersor (m): Vazão medida (m³/h):

ID do ensaio (opcional):

Carregar dados de ensaio Carregar exemplo Inserir dados manualmente Ajuda

Figura 2. Tela 1 - Definições

Figura 3. Tela 2 - Dados

Figura 4 - Tela 4 - Gráficos e outros resultados

Tabela 1. Comparação do CUC calculado pelo Catch3D e pela aplicação WEB, considerando três perfis de precipitação e disposição retangular de aspersores

Espaçamento (m)		Coeficiente de Uniformidade de Christiansen - CUC (%)								
Aspersores	Linhas Laterais	Perfil 1			Perfil 2			Perfil 3		
		Catch3D	WEB	ε	Catch3D	WEB	ε	Catch3D	WEB	ε
6	6	96,9	97,3	0,4	96,6	97,0	0,4	96,0	96,2	0,2
6	9	90,6	91,1	0,5	87,1	87,6	0,5	89,3	89,7	0,4
6	12	88,0	88,1	0,1	86,2	86,6	0,4	86,9	87,4	0,5
9	9	88,2	88,6	0,4	83,7	84,1	0,4	86,6	87,0	0,4
9	12	83,7	84,0	0,3	80,0	80,6	0,6	82,9	83,4	0,5
12	12	80,8	81,0	0,2	76,3	77,0	0,7	78,9	79,5	0,6
12	15	71,5	71,4	0,1	69,7	70,3	0,6	71,1	71,6	0,5
12	18	57,1	56,8	0,3	57,8	58,1	0,3	57,7	58,2	0,5
15	15	67,6	67,4	0,2	67,3	67,6	0,3	67,4	68,0	0,6

Figura 1. Tela 5 – Simulações de sobreposição

Aplicação WEB para o processamento de dados do ensaio de distribuição radial de aspersores

Apresentação | 1 - Definições | 2 - Dados | 3 - Planilha de resultados | 4 - Gráficos e outros resultados | 5 - Simulações de sobreposição | 6 - Relatório

Salvar relatório

International Network of Irrigation Testing Laboratories

Relatório de ensaio de aspersor – Distribuição radial ID do teste: FORE.02.04.001.01

Descrição do laboratório

Nome:	Laboratório de Ensaios de Material de Irrigação – LEMI/INCT-EI
Endereço:	Av. Pádua Dias, 11 – LEB/ESALQ/USP – Piracicaba/SP/Brasil
Contato:	Antonio Pires de Camargo
Telefone:	+55 19 3447 8574
Email:	lemi@usp.br

Descrição do aspersor e do ensaio

Descrição do aspersor:	NaanDanJain – Model 234 – Sample A
Diâmetro dos bocais:	5 x 3.2 mm
Pressão de ensaio:	300 kPa
Distância entre coletores:	0.5 m
Altura do tubo de subida do aspersor:	0.5 m
Data do ensaio:	2/5/2013

Figura 2. Tela 6 - Relatório